



Représentations graphiques et indicateurs des mobilités et des dynamiques de peuplement : contribution bibliographique

Isabelle I. André-Poyaud, Françoise Bahoken, Sonia Chardonnel, Laure L. Charleux, Sandrine Depeau, Françoise Dureau, Matthieu Giroud, Christophe Imbert, Erwan Quesseveur, Kamila Tabaka

► To cite this version:

Isabelle I. André-Poyaud, Françoise Bahoken, Sonia Chardonnel, Laure L. Charleux, Sandrine Depeau, et al.. Représentations graphiques et indicateurs des mobilités et des dynamiques de peuplement : contribution bibliographique. 2009. halshs-00470407

HAL Id: halshs-00470407

<https://shs.hal.science/halshs-00470407>

Preprint submitted on 6 Apr 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Représentations graphiques et indicateurs des mobilités et des dynamiques de peuplement : contribution bibliographique

Equipe MOBIDYC¹

Résumé

L'objectif général du projet MOBIDYC (*Mobilités et dynamiques de peuplement : représentations graphiques et production d'indicateurs*) était d'avancer dans la définition de chaînes de traitement de l'information sur les mobilités spatiales (biographies migratoires et résidentielles, trajectoires de mobilité quotidienne) intégrant les deux dimensions, temporelles et spatiales, de l'information. La méthode de travail a consisté en un atelier réunissant les membres de l'équipe à un rythme trimestriel ; entre les séances de l'atelier, les chercheurs impliqués dans le projet ont travaillé en parallèle sur leurs corpus de données respectifs. Après une première étape consacrée à la mutualisation de nos expériences respectives, l'accent a été mis sur la recherche bibliographique et la recension des expériences dans le champ du projet.

L'objectif de cet article est de mettre à disposition de la communauté scientifique le résultat de ce travail bibliographique. Après avoir rappelé les objectifs et conditions de réalisation de la base de données bibliographiques, nous présentons les informations mises à disposition en annexes de cet article : tableau de description synthétique des références bibliographiques, et la base Endnote des références². Enfin, nous livrons les principaux enseignements que nous avons tirés de l'analyse de ce corpus bibliographique, et des tests effectués à partir des méthodes identifiées dans la littérature.

Abstract

The main goal of the MOBIDYC research project (*Mobilities and population movement: graphics and indicators*) was to contribute to the definition of processing sequences that integrate both temporal and spatial dimensions of information related to spatial mobility (be it migration, residential mobility or daily mobility). Workshops were held on a quarterly basis to bring team members together. Between meetings, members worked separately on their own datasets. A first workshop was dedicated to the sharing of experience from previous work by members of the team. Then we focused on inventorying other experiences through bibliographic research.

The aim of this article is to make the results of this research available to the scientific community. After stating the whys and hows of the collection of this bibliographic corpus, we present the material in the appendix: an Endnote set of references, along with a descriptive table synthesizing the content of these references. Finally, we present the main lessons we have learned through the analysis of this bibliographic corpus and from tests we carried out based on the methods described in the literature.

Mots-clefs

Mobilité spatiale – Peuplement – Enquête – Trace GPS - Représentation graphique – Indicateurs – Cartographie dynamique

Introduction

¹ L'équipe MOBIDYC signataire de cet article est composée de :

ANDRE-POYAUD Isabelle, IE CNRS, UMR PACTE

BAHOKEN Françoise, IE Université de Poitiers, UMR MIGRINTER

CHARDONNEL Sonia, CR CNRS, UMR PACTE

CHARLEUX Laure, MCF Université Joseph Fourier, UMR PACTE

DEPEAU Sandrine, CR CNRS, UMR ESO

DUREAU Françoise, DR IRD, UMR MIGRINTER (coordinatrice du projet)

GIROUD Matthieu, MCF Université de Clermont-Ferrand, associé UMR MIGRINTER

IMBERT Christophe, MCF Université de Poitiers, UMR MIGRINTER

QUESSEVEUR Erwan, MCF Université de Rennes 2, UMR ESO

TABAKA Kamila, LASUR EPFL Lausanne, UMR PACTE

Ont également participé à certaines phases du projet MOBIDYC : Andrea SALAS VANEGAS et Gilles DUBUS, UMR MIGRINTER.

² La Base Endnote sera adressée à toute personne en faisant la demande auprès de Françoise Dureau : f.dureau@gmail.com.

Les mobilités spatiales sont l'objet d'un intérêt croissant dans le monde académique comme dans celui de la planification urbaine. Que l'on cherche à comprendre les contraintes qui pèsent sur les déplacements des individus et des ménages au sein d'une agglomération ou sur leurs trajectoires résidentielles et migratoires, les recherches insistent sur la nécessité de considérer dans leur ensemble les mobilités des individus. Si les dernières décennies ont été marquées par des avancées intéressantes sur le plan de la conceptualisation du phénomène et des méthodes de collecte de l'information, il reste à améliorer l'analyse quantitative des déplacements et des trajectoires spatiales ainsi que leur représentation cartographique. Les efforts récemment déployés dans cette direction demeurent en effet trop éparpillés au regard de la complexité de ces objets d'étude.

Dans cette perspective, nous avons soumis en 2007 pour financement par le CPER Poitou-Charentes le projet MOBIDYC (*Mobilités et dynamiques de peuplement : représentations graphiques et production d'indicateurs*). L'objectif général du projet était de progresser dans la définition de chaînes de traitement de l'information sur les mobilités spatiales (biographies migratoires et résidentielles, trajectoires de mobilité quotidienne) intégrant les deux dimensions, temporelles et spatiales, de l'information. Basées à la fois sur des outils résumant l'information (indicateurs) et des outils de visualisation (graphique, cartographique), ces chaînes de traitements doivent contribuer d'une part à l'exploration des données brutes et, d'autre part, à la restitution des analyses et des indicateurs.

Le projet a réuni une douzaine de chercheurs de trois UMR hébergées par les MSH de Grenoble, Poitiers et Rennes, issus de disciplines diverses (géographie, démographie, économie, statistique et psychologie environnementale), et travaillant sur différents registres de la mobilité spatiale : mobilité quotidienne, mobilité résidentielle, migrations internes et internationales. La démarche mise en œuvre visait justement à tirer parti des avancées produites par les différentes disciplines dans des champs scientifiques distincts d'étude de la mobilité spatiale. L'un des attendus du projet résidait dans la confrontation de méthodologies développées dans des champs scientifiques différents et leur application, sur les corpus de données des trois équipes, à d'autres échelles que celles pour lesquelles elles avaient été initialement développées. La méthode de travail a consisté en un atelier réunissant les membres de l'équipe Mobidyc à un rythme trimestriel ; entre les séances de l'atelier, les chercheurs impliqués dans le projet ont travaillé en parallèle sur leurs corpus de données respectifs, selon un plan de travail défini collectivement lors de nos rencontres. Après une première étape consacrée à la mutualisation de nos expériences respectives, l'accent a été mis sur la recherche bibliographique et la recension des expériences dans le champ du projet.

L'objectif de cet article est de mettre à disposition de la communauté scientifique le résultat de cette recherche bibliographique et des tests effectués sur les méthodes identifiées dans la littérature. Après avoir rappelé les objectifs et conditions de réalisation de la base de données bibliographiques, nous présentons les informations mises à disposition dans les deux fichiers joints à cet article : base Endnote des références, tableau de description synthétique des références bibliographiques. Enfin, dans une troisième section de l'article, nous livrons les principaux enseignements tirés de l'analyse de ce corpus bibliographique.

1. Objectifs et réalisation de la base bibliographique

Ce projet s'est attaché à développer, à partir de données d'enquêtes déjà collectées, des méthodes de traitement et d'analyse des déplacements quotidiens et des trajectoires biographiques. Le travail a été organisé en trois phases: mutualisation des expériences de chaque équipe, recherche et analyse bibliographique, développement conjoint de méthodes. Cette troisième phase, axe fort du projet, s'est orientée plus spécifiquement vers le test et le

développement de chaînes de traitement informatique.

1.1. Les trois axes de travail du projet Mobidyc

On observe depuis les années 1980 une nette amélioration des méthodes de production d'information sur les différentes formes de mobilité, notamment grâce à l'amélioration des outils permettant d'acquérir, de numériser et de géoréférencer l'information. Nous disposons désormais d'observations très riches sur les migrations et les mobilités résidentielles (grâce, entre autres, au développement des collectes biographiques), ainsi que sur les mobilités quotidiennes par des enquêtes sur échantillons représentatifs auprès des ménages ou par acquisition directe des cheminements grâce aux développements récents des techniques de géolocalisation (GPS). Les corpus de données réunis par les trois équipes participant au projet Mobidyc reflètent la diversité des informations actuellement disponibles, produites par l'une ou l'autre de ces méthodes d'observation : enquête Ménages et Déplacements dans la région urbaine de Grenoble ; enquête Modes et modalités de déplacement à Poitiers ; enquête biographique sur les mobilités dans l'aire métropolitaine de Bogota ; enquêtes sur les mobilités des enfants à Paris et en région parisienne et à Rennes, avec recueil des trajets par GPS.

Au-delà des modes de production différenciés, ces nouveaux corpus de données partagent certaines caractéristiques. L'unité d'observation centrale est l'individu, replacé dans ses collectifs d'appartenance, en particulier le ménage ou la famille. Les variables descriptives se déclinent selon trois dimensions : une dimension « sociale » décrivant les attributs socio-économiques et socio-culturels de l'individu d'une part et les types d'activités ou d'événements qui adviennent au cours de l'observation d'autre part ; une dimension spatiale permettant de localiser l'individu (et ses activités) et de caractériser le contexte dans lequel il se déplace et déploie ses activités ; une dimension temporelle précisant les temps et dates des positions et des activités (événements) de l'individu. Une meilleure compréhension des mobilités passe nécessairement par des analyses qui mettent en perspective le contenu « social » (types d'activités, caractéristiques environnementales, descripteurs sociaux) des chroniques quotidiennes ou des biographies des personnes avec leurs pratiques spatiales.

Pour l'heure, les outils existants mettent souvent l'accent sur l'une ou l'autre de ces dimensions : les analyses statistiques sur les biographies ou sur les séquences d'activités quotidiennes privilégient le traitement des chroniques temporelles, tandis que les outils d'analyse spatiale et les approches géomatiques insistent plutôt sur les traces spatiales des itinéraires et sur les organisations spatiales résultant de l'agrégation des trajectoires ou des lieux visités. Notre objectif était de progresser dans la définition de chaînes de traitement intégrant ces deux dimensions, temporelles et spatiales, basées à la fois sur des outils résumant l'information (indicateurs) et des outils de visualisation (graphique, cartographique) aidant d'une part à l'exploration des données brutes et d'autre part à la restitution des analyses et des indicateurs. Dans cette perspective, deux orientations étaient identifiées dès le départ du projet : une approche centrée sur les individus et les ménages, et une approche privilégiant le territoire.

Dans l'approche centrée sur les individus et les ménages, une première étape de l'analyse correspond à la production de **représentations graphiques des trajectoires individuelles**, qui rendent compte des positions et des mouvements de l'individu et de sa parentèle (ou de son entourage) au cours du temps. L'objectif visé est de faciliter une approche exploratoire des données brutes, notamment grâce au développement de possibilités de représentations multi-échelles spatiales, temporelles et sociales. On peut également envisager la production de représentations graphiques comme la première étape d'un processus de classification des

trajectoires de mobilité, la seconde étape consistant à classer les représentations graphiques, en ayant recours à des méthodes de classification d'image.

En effet, les visualisations ne suffisent pas pour mesurer de manière systématique les variations spatiales et temporelles structurant les échantillons observés. C'est pourquoi nous avons envisagé une deuxième direction de travail, qui vise à produire **des indicateurs de synthèse, des typologies ou autres résumés de l'information relative aux trajectoires individuelles de mobilité**. Ainsi, à partir des itinéraires individuels intégrés dans un SIG, il s'agit de produire des indicateurs résumant les espaces de mobilité d'un individu ou d'un ménage : indicateurs spatiaux (traduisant uniquement la géométrie de ces espaces de mobilité : amplitude, forme, etc.), indicateurs géographiques (ou contextuels) rendant compte des caractéristiques des espaces de mobilité (c'est-à-dire tirant partie de l'information sur les lieux intégrée dans le SIG) et indicateurs de comparaisons de trajectoires qui puissent prendre en compte à la fois le contenu « social » de la chronique quotidienne ou de la biographie (types d'activité ou de position sociale) et la forme spatiale de l'itinéraire (par exemple deux trajectoires peuvent être similaires en terme de succession d'évènements et différentes dans les types d'espaces mobilisés).

La dernière direction de travail du projet correspond à **la représentation des dynamiques de peuplement** liées aux mobilités des populations, à l'échelle du temps long comme à l'échelle du temps court. L'enjeu est de rendre compte des évolutions des charges de population générées par les mobilités : à partir d'une information individuelle des déplacements repérés temporellement et spatialement, il s'agit de passer à une information structurée temporellement en termes de présence/absence de certaines catégories de population dans les différents lieux et à des représentations spatiales du peuplement à différents moments. Une automatisation des traitements permettrait de cartographier, instantanément et à la demande, différents types de densités de peuplements qualifiés selon des catégories de population (femmes/hommes, adultes/enfants, actifs/inactifs, etc.) et selon les motifs de présence dans les lieux (travail, loisir, résidence, etc.).

La recherche bibliographique et les tests des chaînes de traitement ont donc été menés selon ces 3 directions de travail : i) la représentation graphique des trajectoires individuelles; ii) la production d'indicateurs des trajectoires individuelles; iii) la cartographie animée des dynamiques de peuplement liées aux mobilités.

1.2. Mise en œuvre et usage de la recension bibliographique dans le cadre de MOBIDYC

La recherche bibliographique a porté sur les domaines de compétence des chercheurs participant au projet : aménagement et urbanisme, analyse spatiale, démographie, psychologie environnementale, *time-geography*. Un peu plus de 300 références ont ainsi été identifiées, par mutualisation des corpus bibliographiques réunis par chacune des trois équipes dans le cadre des projets antérieurs ou en cours, par interrogation de la base Psychinfo et consultation de sites internet spécialisés³. Ces références ont fait l'objet d'un archivage dans une Base Endnote, conçue avec les conseils de G. Dubus, documentaliste de l'UMR Migrinter.

A partir de cette base, une soixantaine de références ont été sélectionnées, en fonction de la disponibilité des textes et de leur stricte adéquation aux axes de travail du projet. Chacun de

³ Parmi les sites consultés : des sites de revues (Cybergeog, Espace et sociétés, Espaces temps, Mappemonde, Population et sociétés, etc.), des sites institutionnels (Laboratoire Cresson, HAL-SHS, INED, Ministère de l'équipement, Laboratoire Image et ville, Société française de statistique, Territoire de Belfort) et quelque sites de groupes de recherche travaillant sur la mobilité et sur la cartographie.

ces textes a été analysé par l'un des chercheurs de l'équipe, selon une grille commune de dépouillement. Cette analyse systématique, discutée fin 2007, a permis d'identifier les développements et tests de logiciels à réaliser sur les jeux de données de chacune des trois équipes.

Ces tests, réalisés à partir de janvier 2008, ont fait l'objet de présentations et de débats au cours des deux ateliers suivants (avril et juillet 2008). Certaines chaînes de traitement, appliquées à des jeux de données de notre corpus d'enquêtes, ont ainsi pu faire l'objet d'une évaluation précise (en termes de caractéristiques de l'information traitée comme en termes d'échelles temporelles et spatiales considérées), dans des contextes variés. Les échanges et réflexions autour des outils d'analyse ont entre autres renvoyé le débat à l'étape amont de la production de données, et en particulier à la définition précise et appropriée du recueil de données.. Les principaux enseignements généraux issus de ces expériences ont été discutés au cours du dernier atelier (décembre 2008). Les réflexions livrées en troisième partie de cet article sont directement issues de ces tests et des échanges qu'ils ont suscités.

2. Présentation des informations mises à disposition en annexes

2.1. La base Endnote

La base Endnote livrée en annexe de cet article comprend 125 références : nous avons opéré une sélection parmi l'ensemble des 309 références initialement identifiées, en ne gardant que les références correspondant très strictement aux axes de Mobidyc.

Pour chacune des références, on dispose des descripteurs classiques de référencement sous Endnote, comme le montre l'exemple ci-après à propos d'un texte publié dans un ouvrage collectif.

Exemple d'une référence de la base Endnote : édition de l'ensemble des informations

Reference Type: Book Section

Record Number: 88

Author: André-Poyaud, Isabelle; Chardonnel, Sonia; Chardonnel, Sonia; Tabaka, Kamila

Year: 2008

Title: La mobilité au coeur des emplois du temps des citadins

Editor: Chalas, Yves ; Paulhiac, Florence

Book Title: La mobilité qui fait la ville. Actes des troisièmes rencontres en urbanisme de l'Institut d'Urbanisme de Grenoble

City: Lyon

Publisher: CERTU

Pages: 67-95

Short Title: La mobilité au coeur des emplois du temps des citadins

Keywords: géographie, statistique, Europe de l'Ouest, France, Grenoble, mobilités quotidienne, budget-temps, approche par les activités, chaîne d'activités, programme d'activités, emploi du temps, enquête ménages déplacements, analyse multivariée, typologie, analyse spatio-temporelle, indicateurs, graphiques, cartographie spatio-temporelle, cartographie, graphique

URL: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00263715/fr/>

Language: Français

Un résumé est éventuellement disponible dans le champ **Abstract**, en français ou en anglais.

Pour la soixantaine de documents ayant fait l'objet d'une analyse, le champ **Keywords** a été renseigné avec 4 catégories de mots-clefs:

- **Discipline** : Aménagement, Archéologie, Cartographie, Démographie, Ecologie, Econométrie, Géographie, Géomatique, Informatique, Mathématique, Psychologie cognitive, Psychologie environnementale, Sciences de l'information, Sciences de la Santé, Sémiologie graphique, Sociologie, Statistique, Urbanisme
- **Type de document** : Base de données, Bibliographie, Dictionnaire, Données d'enquête, Etude comparative, Méthodologie, Modèle, Monographie, Observation (in situ), Programme informatique, Simulation, Théorie
- **Espace concerné** : grande région (Afrique centrale, Afrique de l'Ouest , Afrique de l'Est, Afrique du Nord, Afrique du Sud, Afrique subsaharienne, Amérique centrale, Amérique du Nord, Amérique du sud, Caraïbes, Asie occidentale, Asie centre-sud, Asie du Sud-Est , Asie orientale, Europe du Nord, Europe de l'Ouest, Europe de l'Est, Europe du Sud, Océanie) ; pays et ville
- **Thèmes et méthodes**⁴ : Accessibilité, Accessibilité potentielle, Activités, Activités quotidiennes, Activity based approach, Affordances, Agglomération, Analyse Bertin, Analyse de données, Analyse de réseaux, Analyse de semis, Analyse exploratoire, Analyse multivariée, Analyse spatiale, Analyse spatio-temporelle, Analyse topologique, Analyse typologique, Animation, Approche par les activités, Approche spatio-temporelle, Aquarium spatio-temporel, Automate cellulaire, Biographie, Budget-temps, Carnet de bord, Carte, Carte mentale, Cartes dynamiques, Cartographie animée, Cartographie spatio-temporelle, Chaîne d'activités, Children, Choix de lieux (itinéraires), Choix modal, Chronologie, Cognition spatiale, Cognitive distances, Comportement, Comportements de mobilité, Densité, Densité instantanée, Déplacements, Déplacements multi-motifs, Déplacements pédestres, Diagramme lexis, Diffusion spatiale, Distance, Distances spatiales, Dynamique, Dynamique végétale, Ellipses de variabilité (confiance), Emploi du temps, Enfants, Enquête, Enquête ménages déplacements, Enquête origine-destination, Environnement, Espace d'action, Espace de vie, Espace vécu, Espace-temps, Etude de cas, Événement, Famille, Flux, France, Genre, Géovisualisation, GPS, Graphe, Graphique, GSM communication, Image satellite, Indicateurs, Individu, Instantanéité, Interaction, Localisation, Marche, Ménage, Migration, Migration internationale, Mobilité, Mobilité quotidienne, Mobilité résidentielle, Mobilité sociale, Mobilité spatiale, Modèle d'accessibilité, Modèle de transport, Modèle logit binomial, Modèle orienté-objet, Modèles gravitaires, Modélisation, Modélisation intra-urbaine, Morphologie urbaine, Multimodalités, Navette, Nouvelles technologies, Noyaux de densité, Paysage urbain, Pedestrian Friendliness Index, Pedomètre, Perception, Périurbanisation, Photographie aérienne, Pocket of local order, Polarisation, Pratiques spatiales, Prisme spatio-temporel, Programme d'activités, Recompositions urbaines, Report modal, Représentation, Représentation 3D, Représentation spatiale, Requête temporelle, Réseaux de transport, Rythmes urbains, Séquence d'activités, SIG, SIG temporel, Simulation spatialisée, SMA, Sondage, Sondage spatial, Space Syntax, Spatio-temporel, Système d'information géographique, Techniques d'enquête, Temporalité,

⁴ Liste établie à partir de la liste de mot-clefs en français disponible sur le site de Cybergeog, enrichie de mots-clefs spécifiques au domaine couvert par le projet Mobidyc. Lorsque les informations ont été récupérées de base de données bibliographiques anglo-saxonnes, les mots-clefs et le résumé ont été conservés en anglais dans la base Mobidyc.

Temps, Temps de trajet, Territoire du quotidien, Time-geography, Trace(eur)s GPS, Tracking data, Traitement de données, Trajectoire, Trajectoire individuelle, Trajectories, Transformation, Transformation cartographique, Transport, Transport public, Travel behavior, Travel diary, Trip based approach, Typologie, Validation, Végétation, Visualisation, Visualisation spatio-temporelle, Walking, Walking-bus.

2.2. Le tableau synthétique des documents analysés

Ce tableau résume les principales informations relatives à chacun des textes analysés et discutés lors de l'Atelier de Décembre 2007. Le tableau est organisé selon les trois directions de travail identifiées dès le démarrage du projet (cf. section 1.2).

Une soixantaine de références (soit environ la moitié des références de la base Endnote) sont décrites par les informations suivantes:

- **Référence bibliographique** : référence bibliographique complète
- **Objectifs** : principaux objectifs du texte proprement-dit et/ou de la recherche dans laquelle il s'inscrit
- **Données** : sources d'information utilisées
- **Traitements** : principales caractéristiques des traitements appliqués aux données
- **Représentations** : modes de représentation graphique ou cartographique proposés
- **Outils** : logiciels utilisés
- **Observations** : précisions relatives à la nature du document ; commentaires issus des discussions au cours de l'atelier.

3. Quelques enseignements de l'analyse de la bibliographie

Nous présentons ici une analyse de la bibliographie dans les trois axes du projet, déjà évoqués : représentations graphiques des trajectoires individuelles, indicateurs de synthèse guidant la compréhension des formes de mobilité et restitution des dynamiques de peuplement des territoires engendrées par les mobilités. La démarche suivie consiste à réinscrire l'apparition de méthodes et d'outils dans les questionnements qui ont suscité leur développement, de restituer leurs apports respectifs et de pointer les difficultés apparues lors de leur mise en œuvre sur nos propres jeux de données.

3.1. Représentations graphiques des trajectoires individuelles

Les développements méthodologiques opérés par des chercheurs travaillant sur des collectes de trajectoires individuelles visent le plus souvent à apposer sur une représentation cartographique de l'espace une représentation graphique du temps. Les solutions proposées résultent d'un va-et-vient entre la démographie et la géographie : l'une cherchant à introduire la dimension spatiale d'un processus temporel, l'autre recherchant des moyens de cartographier des positions spatiales variables dans le temps.

Une première avancée a consisté à « cartographier le temps », c'est-à-dire à le représenter sous forme d'une variable individuelle. Les premières représentations graphiques issues de la *time-geography*, développée par Hägerstrand (Chardonnel, 2001) ont des filiations avec des représentations issues de travaux de démographie. Le diagramme de Lexis par exemple

permet en démographie de visualiser les événements et les durées passées dans un état donné en projetant le temps sur deux dimensions, les années calendaires en abscisse et l'âge des individus en ordonnée. La *time-geography* s'inspire de cette représentation du temps, en y ajoutant la dimension spatiale. Les outils de la *time-geography* sont traditionnellement appliqués aux trajectoires quotidiennes : le temps figure sur la dimension verticale du graphique (appelé « aquarium spatio-temporel »), le plan étant utilisé pour représenter la localisation spatiale. Cette représentation en 3D a déjà été testée sur plusieurs enquêtes collectant les programmes d'activités quotidiennes des ménages, recueillis par questionnaires (Chardonnel, Du Mouza et al., 2004; André-Poyaud, Chardonnel et al., 2006a), par suivi GPS ou par carnet de bord (Kwan et Lee 2003; Kwan, 2004). Une propriété heuristique de la représentation 3D est la possibilité de visualiser conjointement les trajectoires individuelles et les contextes dans lesquels elles évoluent (agencement des infrastructures, routes, trafic, etc.). Pour développer ces potentialités, il s'est avéré nécessaire de passer du dessin manuel des trajectoires à l'intégration des données dans un SIG temporel. Cochey (2006) a utilisé l'application *Traj'Net* développée sous *Mapinfo* pour représenter en 3D les lieux d'activités quotidiennes d'individus sur un diagramme en 3D inspiré de l'aquarium spatio-temporel d'Hägerstrand.

Une limite de cet outil est l'illisibilité de la représentation d'un nombre important de trajectoires sur un même graphique : de ce fait, il n'est pas adapté pour la mise en évidence de structures spatiales que révéleraient les déplacements quotidiens. Kraak (2003b) a appliqué à des données issues de suivis GPS d'individus un outil de géovisualisation qui rend possible la représentation en 3D d'aquariums spatio-temporels, mais aussi leur projection en 2D. On peut par ce biais facilement observer « l'enveloppe » spatiale qui recouvre les déplacements d'un individu ou d'un groupe (cf. Kwan, 2004, pour un exemple d'application sur les aquariums de minorités ethniques à Portland). Une difficulté majeure que posent ces outils réside dans la représentation 3D qui est une « fausse 3D ». Dans le cadre du programme Mobidyc, nous avons exploré plusieurs outils pour améliorer la représentation en 3D. Le plus convaincant est l'interface de visualisation Gnuplot qui présente l'avantage de réaliser « une vraie » représentation en 3D (les calculs permettant de passer de la base de données à la visualisation ont été programmés sous *Octave*

Parallèlement au développement de la *time geography*, des géographes et des démographes travaillant sur les migrations et les mobilités résidentielles ont développé des approches qui reposent sur les trajectoires individuelles ou familiales et non plus sur des flux agrégés entre des lieux (Courgeau, 1980). Des tentatives ont été opérées dès le début des années 1980 pour la représentation graphique, en deux dimensions, de biographies migratoires d'individus et de ménages : on peut citer notamment les travaux de géographes français travaillant sur les migrations pratiques résidentielles complexes en Afrique⁵. Ces auteurs n'ont pas appliqué les modes de représentation 3D : la *time geography* n'a retenu l'attention des géographes français qu'à partir des années 1990 (Chardonnel, 2001). Un transfert de méthode a été proposé par Bahoken et Gauvin (Bahoken et Gauvin, 2006). Dans cette recherche, les différents lieux de résidence d'une migrante bolivienne résidant à Ushuaia (Argentine) ont été cartographiés puis reliés par des lignes (pleines pour les déménagements et en tirets pour les périodes de bi-résidence), les durées de séjour étant indiquées par des cercles implantés sur les lieux de

⁵ Voir par exemple : Le Bris E., 1981, Contenu géographique et contenu social de la notion de résidence. Quelques réflexions à partir de résultats d'enquêtes biographiques effectuées à Lomé (Togo) et à Accra (Ghana). Cahiers d'Etudes africaines, n° 81-83, XXI-1-3, pp. 120-174 ; Dureau F., 1987, *Migrations et urbanisation. Le cas de la Côte d'Ivoire*. Thèse de troisième cycle de démographie, soutenue en 1985 à l'Université Paris I, Institut de Démographie de Paris. Paris, ORSTOM, Collections Etudes et thèses, 654 p.

résidence. Les auteures soulignent que ce mode de représentation ne permet pas une visualisation claire des séjours répétés dans un même lieu.

Une autre piste pour la cartographie de trajectoires est à rechercher dans la cartographie animée : il existe en effet des outils permettant de réaliser de façon automatique une animation. Une cartographie animée de trajectoires individuelles a pu être automatisée dans le cadre du projet MIRO (Modélisation Intraurbaine des Rythmes quOtidieus) (Miro, 2007). Elle sert à la représentation des trajectoires simulées au moyen d'un système multi-agents.

Lien vers site de MIRO:

http://www-lsr.imag.fr/Les.Personnes/Jerome.Gensel/Cartactive/Documents/Expose_9.pdf

A l'issue des tests effectués, il nous est apparu que si les représentations de trajectoires individuelles sont techniquement devenues aisées, leur intérêt heuristique reste à démontrer. Il s'agit avant tout d'outils exploratoires permettant de faire émerger ou de tester des hypothèses sur les trajectoires de certains groupes comme les membres d'un même ménage ou les habitants d'un même quartier. En revanche, ces outils sont adéquats pour la représentation de trajectoires typiques identifiées par des classifications préalables (cf. 3.2).

Un objectif majeur du programme Mobidyc visait à explorer des outils permettant de lier la trajectoire d'un individu avec l'évolution d'un contexte spatial qui peut être mouvant. Nous avons pu tester au moyen du couple logiciel *Octave-Gnuplot* la possibilité de générer de façon automatique une représentation sous forme d'un crayon à multiples facettes proposée par Francis et Pritchard (2000). Chaque facette du crayon s'étend sur un axe représentant le temps de la période d'observation. Sur chaque facette, une variable prend des couleurs différentes en fonction de la variabilité des modalités au cours du temps. La durée d'un état se mesure à l'étendue de la couleur. Il est alors envisageable de confronter les facettes (autrement dit les variables) en utilisant par exemple certaines facettes pour représenter des changements d'états d'individus et d'autres pour indiquer l'évolution des caractéristiques de lieux (évolution démographique, de la composition sociale, du parc de logements, du mode d'occupation des sols).

Image du crayon <http://www.cybergeogeo.eu/index506.html> (Francis et Pritchard, 2000, Cybergeogeo)

3.2. Analyse des comportements des individus et des ménages : indicateurs synthétiques, typologies et résumés de l'information

La possibilité de comparer les trajectoires individuelles au moyen d'indicateurs synthétiques et de méthodes de classification automatique était également au cœur du projet Mobidyc. Il s'agit de considérer les trajectoires comme des changements de contextes, d'univers sociaux, d'ambiances, de paysages ou d'environnements ; tout l'enjeu réside alors dans les choix opérés pour la qualification de ceux-ci. De nombreuses pistes ont été explorées dans les domaines de l'analyse spatiale, de la *time-geography*, de la psychologie environnementale et de la statistique exploratoire. Certaines ont pu être testées sur des données collectées par des chercheurs de notre groupe de travail, ce qui a donné lieu à une discussion critique sur les champs d'application de ces méthodes et leurs potentialités heuristiques.

L'analyse spatiale propose classiquement un ensemble d'indicateurs destinés à résumer les caractéristiques d'un semis de points (points moyen et central ; distance standard, etc.) ; il s'agit alors d'assimiler les lieux fréquentés par les individus au cours de leur trajectoire (qu'elle soit biographique ou quotidienne) à un semis de points. Outre ces indicateurs

classiques, d'autres ont été proposés, plus récemment, en référence aux paramètres des ellipses de variabilité définies autour du centre de gravité des lieux occupés par un ou plusieurs individus (Schönfelder et Axhausen, 2002 ; Thériault, Claramunt et al., 2002 ; Thériault, Claramunt et al., 2003 ; Klein, 2007). Le traçage et le calcul des paramètres des ellipses de variabilité peuvent facilement être mis en oeuvre sous un SIG en utilisant des modules développés à cet effet (comme *Mapstat*, développé pour Mapinfo par Marius Thériault, 2006).

Parallèlement à l'analyse spatiale, des tentatives ont été faites en **démographie** pour définir des indicateurs résumant un ensemble de points repérant la trajectoire d'individus ou de ménages. Des indicateurs synthétiques des espaces de vie (Poulain, 1983) ou des systèmes résidentiels (Dureau, 2002) ont été proposés. Certains sont très proches des indicateurs classiques de l'analyse spatiale (Lelièvre et Robette, 2005). D'autres, reposant sur la théorie des graphes, proposent de mesurer la forme d'un semis de lieux (Bry, 1996). Une dernière direction de travail, suivie par Delaunay (2005), vise à caractériser « l'espace d'une vie », en produisant des indicateurs résumant les caractéristiques des lieux dans lesquels les personnes ont habité au cours de leur vie : c'est alors le contexte de vie de l'individu qui est au centre de la démarche, et non pas la forme définie par les lieux fréquentés.

Dans le champ de la *time-geography*, des indicateurs situationnels résumant l'ensemble des lieux potentiellement accessibles compte tenu des contraintes (versus possibilités) individuelles ont aussi été proposés. Les plus courants portent sur les dimensions des *Potential Path Areas*. La démarche la plus aboutie, développée par Kwan (1998 ; 2003), vise à définir des indicateurs à partir de mesures d'espace-temps d'accessibilité dans une zone donnée en tenant compte des contraintes imposées par certaines activités ainsi que des moyens et des qualités des activités réalisées qui définissent une *Potential Path Area*. Cette démarche est d'autant plus riche qu'une information contextuelle est disponible pour décrire l'espace contenu dans les *Potential Path Areas* (horaires d'ouvertures de magasins et de services, vitesse de circulation, temps minimum pour entreprendre une activité, etc.).

De façon analogue, des **indicateurs d'accessibilité** ont été définis dans le champ de la **psychologie environnementale** pour mesurer les dimensions de l'espace d'action et de l'espace d'autonomie des individus, en particulier la nature et le poids de certaines contraintes au cours de déplacements à pied (Depeau, 2003a, 2005). D'autres recherches se sont attachées à décrire les paysages traversés par les piétons (Foltête et Piombini, 2007) sur la base de travaux qui ont proposé des outils pour caractériser l'espace piétonnier (Crane et Crépeau, 1998 ; Genre-Grandpierre et Flotête, 2003 ; Parks et Shofer, 2006 ; Leslie, Coffee et al., 2007).

Ces indicateurs peuvent être utilisés pour la **classification** des formes de l'espace pratiqué par des individus ou des groupes. Une première voie consiste à réaliser une classification automatique à partir de paramètres des ellipses de variabilité : longueur, étirement et orientation. Il s'agit, dans une seconde voie, de classer les trajectoires à partir de leur représentation graphique au moyen d'outils de classification d'images. C'est cette démarche qui a été adoptée dans le projet Scalab : à partir d'une représentation cartographique des lieux pratiqués sur un an utilisant une métrique temporelle, des types d'habiter ont été identifiés visuellement (Scalab, 2004).

Cependant, il faut se tourner vers d'autres méthodes de classification si l'on souhaite faire intervenir leur dimension temporelle ou, du moins, l'ordre de fréquentation des lieux. Une

méthode de classification des trajectoires appelée Analyse Harmonique Qualitative⁶ permet de classer des trajectoires résidentielles considérées comme des successions d'états (Barbary et Pinzon Sarmiento, 1998). Les mêmes auteurs ont comparé cette méthode aux résultats obtenus au moyen de modèles de Markov (Estacio-Moreno, Barbary et al., 2004). Une méthodologie statistique proche de la précédente, l'*optimal matching* est issue des techniques de classification de séquences ADN. Elle a été développée de manière privilégiée en sciences sociales dans le champ des études sur la mobilité sociale et professionnelle. Shoval et Isaacson (2007) l'ont utilisée pour décrire les types de parcours des visiteurs du site archéologique d'Akko en Israël. La méthode mobilisée propose un alignement de séquences de mobilité fournissant un arbre de classification des parcours.

Lien vers le site de Shoval : <http://geography.huji.ac.il/personal/shoval/tracking/index.html>

Ces deux familles de méthodes de classification (d'indicateurs résumant la forme d'un semis de points ou d'indicateurs décrivant une trajectoire dans l'espace) se différencient sur deux aspects. Outre le fait, déjà mentionné, que dans la première famille le temps ne peut être introduit que sous la forme de durée passée dans un lieu (pondération des indicateurs servant de variables pour la classification), la seconde famille permet de traiter les caractéristiques des lieux de séjour. Dans ce cas, la trajectoire est décrite par une succession de lieux occupés qui sont qualifiés au moyen d'une variable décrivant des caractéristiques de chaque lieu. A partir de l'information recueillie par enquête sur les trajectoires résidentielles, Barbary et Pinzon Sarmiento (1998) ont par exemple défini des états pour des ménages de Bogota reposant sur une partition de Bogota en quartiers ayant des caractéristiques différenciées (à la fois en termes de localisation par rapport au centre, d'époque d'urbanisation, de type de logement et de profil socio-économique des ménages habitant le quartier).

Enfin, à la lecture de certaines études (Du et Aultman-Hall, 2007), des rapprochements entre méthodes d'analyse de la mobilité résidentielle et méthodes d'analyse des mobilités quotidiennes sont à envisager dans les modes de séquençage des trajectoires (étape fondamentale dans le traitement des traces recueillies par GPS), notamment pour déterminer et distinguer les périodes de station des périodes de mobilité.

3.3. Analyse des territoires : dynamiques de peuplement

Un dernier axe de réflexion du programme Mobidyc portait sur l'effet des mobilités sur les dynamiques de peuplement. Parmi les méthodes disponibles, on peut distinguer celles qui décrivent le peuplement au travers de nombres (effectifs ou densités de personnes présentes à un moment donné), celles qui tiennent compte du profil des personnes occupant un lieu à un moment donné et celles qui considèrent des individus en mouvement dans des contextes eux-mêmes en évolution.

Pour rendre compte de l'évolution de la fréquentation des quartiers d'une ville selon l'heure de la journée, plusieurs dispositifs méthodologiques complexes ont été développés, faisant appel à des séries de représentations cartographiques. Mille (2000) a par exemple évalué à partir d'enquêtes Origine/Destination les fluctuations entre densités habitantes et mouvantes au sein de la commune de Villeneuve d'Ascq tout au long d'une journée de semaine. Les

⁶ Pour les fondements de la méthode, voir : Deville J.C. et Saporta G., 1980. Analyse harmonique qualitative, in E. Diidday et al. (ed.), *Data analysis and informatics*, North Holland Publishing Compagny, pp. 375-389.

densités mouvantes sont une estimation de la population présente à différentes heures dans un îlot donné, en fonction de la population résidente et de la population non-résidente fréquentant l'îlot. D'autres auteurs ont mis au point une cartographie animée des effectifs de population par unité spatiale selon l'heure de la journée (Kwan, 2003 ; Banos et Thevenin, 2005). Un outil, *Dynamap*, développé à cet effet au sein du laboratoire Théma (Yousoufi, 2006), permet de représenter de façon dynamique l'évolution des effectifs de population dans les quartiers d'une ville. L'animation peut être réalisée en 3D, les pics de fréquentation d'un quartier prenant l'apparence d'un relief. Ces approches étant très exigeantes sur le niveau d'information à posséder, certains auteurs ont recours à des simulations reposant sur des systèmes multi-agents (Miro, 2007). De façon générale, il semble toutefois, d'une part, que le respect des règles de la sémiologie graphique laisse parfois à désirer et, d'autre part, que l'apport de ces représentations n'est pas toujours à la hauteur de la sophistication des outils informatiques mis en œuvre. En outre, nombre de ces représentations, issues des informations sur les déplacements recueillies par des enquêtes O/D, tendent à occulter la population immobile : ne sont représentées que les effets des populations en mouvement.

Lien vers le site de Kwan : http://www.geography.osu.edu/faculty/mkwan/Gallery/3DGIS.htm

D'autres recherches se sont plus spécifiquement attachées à isoler des lieux d'une ville où se concentre à un moment de la journée une population importante. Ces lieux sont qualifiés de « **chronotopiques** » (Thevenin 2002 ; Bazzani, Giorgini et al., 2003) lorsqu'ils attirent à certaines heures des populations spécifiques ou non (ex : universités, hôpitaux, administrations, centres commerciaux, etc.). Cette approche modélisatrice s'attache à prévoir l'effet de la mise en place de nouvelles infrastructures de transport public sur la congestion du trafic engendrée par l'existence de *chronotopoi*. De façon proche, la *time-geography* nomme **Pockets of Local Order** (Ellegard et Vilhelmson, 2004) des lieux où un nombre donné de personnes sont présentes pour une même activité. Cette notion pourrait semble-t-il rejoindre certaines avancées réalisées par le courant écologique de la psychologie environnementale, notamment la notion de site comportemental ; la réflexion sur ce point étant en cours.

L'analyse de la dynamique d'un peuplement peut aussi être appréhendée en considérant l'évolution du profil des personnes qui composent le lieu. Afin d'évaluer l'impact de la mobilité résidentielle sur la configuration sociale des quartiers de Bogota, Piron, Dureau et al. (2004) ont réalisé à partir des données des recensements de 1973 et 1993 une typologie multitudes des quartiers de Bogota. A la différence de l'écologie urbaine, cette typologie repose sur l'analyse de données à l'échelle des ménages et non pas agrégées par échelon géographique. Les ménages sont décrits par leurs conditions de logement aux deux dates. La typologie permet ainsi de restituer l'évolution des conditions de logement des ménages entre les deux dates à l'échelle de l'agglomération mais aussi la dynamique spatiale du parc de logements au sein de l'agglomération.

Enfin, des chercheurs travaillant en Afrique et en Amérique latine se sont intéressés aux trajectoires individuelles dans des contextes en évolution. L'intégration de données sur la mobilité résidentielle issues de collectes biographiques dans des SIG et réunissant l'information apte à rendre compte des transformations de l'espace a permis de proposer différentes pistes méthodologiques pour considérer les changements de contexte, en particulier les caractéristiques du peuplement dans l'analyse des biographies individuelles (Dureau, Beauchemin et al. 2006).

Conclusion

Les pistes explorées nous ont conduits à différentes interrogations sur les transferts de méthodes, l'évolution des outils et la possibilité de développer une méthode d'analyse rendant possible la mise en œuvre empirique d'une approche globale des mobilités.

Un premier constat a porté sur les limites de l'analogie entre mobilité quotidienne et mobilité à l'échelle d'une biographie. Dans un cas, le déplacement a une durée alors que dans l'autre, le changement d'état engendré par la mobilité peut être considéré comme instantané, ce qui d'un point de vue formel a conduit à des essais de méthodes de classification par AHQ de données de trajectoires quotidiennes moins concluants que les applications initiales, réalisées sur les trajectoires biographiques. De fait, le détail du parcours entre deux lieux occupés constitue une information importante dans l'analyse de la mobilité quotidienne. Or cette information peut désormais être collectée au moyen d'outils GPS permettant un suivi continu des individus sur une période donnée.

Nous avons pu constater aussi que dans divers champs scientifiques, certaines difficultés sont partagées, en particulier celles qui portent sur la possibilité de décrire de façon dynamique les contextes dans lesquels évoluent les individus. Car on ne se déplace pas sur un espace abstrait et figé : celui-ci présente des opportunités pour les activités ou les déménagements, des zones peu accessibles à certaines populations ; il est marqué socialement ; il est doté de significations ; les caractéristiques attribuées aux lieux évoluent au quotidien et à l'échelle d'une vie. L'analyse conjointe des trajectoires individuelles et de la dynamique des contextes demeure encore un vaste domaine à défricher pour avancer dans la compréhension des relations réciproques entre mobilités et recompositions territoriales.

Références citées dans l'article

- André-Poyaud, I., S. Chardonnel, et al. (2008). La mobilité au coeur des emplois du temps des citadins. La mobilité qui fait la ville. Actes des troisièmes rencontres en urbanisme de l'Institut d'Urbanisme de Grenoble. Y. Chalas and F. Paulhiac. Lyon, CERTU: 67-95.
- Bahoken, F. and A. Gauvin (2006). A la recherche de représentations carto-graphiques des trajectoires résidentielles des migrants internationaux. Colloque 20 ans de recherche sur les migrations internationales, Poitiers.
- Banos, A. and T. Thevenin (2005). "Révéler les rythmes urbains quotidiens par la carte animée." *Revue Internationale de Géomatique* 15(1): 11-31.
- Barbary, O. and L. M. Pinzon Sarmiento (1998). "L'analyse harmonique qualitative et son application à la typologie des trajectoires individuelles." *Mathématiques et sciences humaines* 144: 29-54.
- Bazzani, A., B. Giorgini, et al. (2003). "A chronotopic model of mobility in urban spaces." *Physica A*(325): 517 - 530.
- Bry, X. (1996). "Quelques réflexions (naïves) sur la mesure et l'analyse de l'espace de vie " Document de travail: 11.
- Chardonnel, S. (2001). La time-geography : les individus dans le temps et dans l'espace. Aspects fondamentaux de l'analyse spatiale. L. Sanders. Paris, Hermès Lavoisier. Modèles en analyse spatiale: 129-156.
- Chardonnel, S., C. Du Mouza, et al. (2004). Patrons de mobilité quotidienne : représentation et interrogation. Actes du Colloque Cassini 2004 - 7ème conférence du GDR SIGMA, Géomatique et Analyse Spatiale, Grenoble.

- Cochey, E. (2006). La connaissance des mobilités quotidiennes en milieu intra-urbain. Vers un outil de programmation. Structures et Dynamiques Spatiales. Dijon, Université de Bourgogne - Laboratoire ThéMA: 76.
- Courgeau, D. (1980). Analyse quantitative des migrations humaines. Paris, New-York, Barcelone, Masson.
- Crane, R. and R. Crepeau (1998). "Does neighborhood design influence travel?: a behavioral analysis of travel diary and GIS data." *Transportation Research Part D : Transport and Environment* 7(3): 225-242.
- Delaunay, D. (2005). Dynamiques biographiques et des espaces vécus : cartographies et analyses statistiques. XXVe Congrès International de la Population. Séance 136 : Dynamiques des espaces de vie, Tours, Union Internationale pour l'Etude Scientifique de la Population.
- Depeau, S. (2003a). L'enfant en ville : autonomie de déplacement et accessibilité environnementale. *Psychologie Sociale et Environnementale*. Paris, Université René Descartes, Paris 5: 422 + ann.
- Depeau, S. et Ramadier, T. (2005). Les Trajets Domicile-Ecole en Milieux Urbains: Quelles conditions pour l'autonomie de l'enfant de 10-12 ans ? *Psychologie et Société*, 8, 81-112.
- Du, J. and L. Aultman-Hall (2007). "Increasing the accuracy of trip rate information from passive multi-day GPS travel datasets: Automatic trip end identification issues." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41(3): 220-232.
- Dureau, F. (2002). Les systèmes résidentiels : concepts et applications. L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en question. J.-P. Lévy and F. Dureau. Paris, L'Harmattan, Collection Habitat et sociétés: 355-382.
- Dureau F., Beauchemin C., Coubès M.L. et Delaunay D., 2006. Les mobilités spatiales dans des contextes en évolution : analyse croisée des deux dynamiques. GRAB, Etats flous et trajectoires complexes. Observation, modélisation, interprétation. Paris INED-CEPED, Méthodes et savoirs : 157-194.
- Ellegård, K. and B. Vilhelmson (2004). "Home as a Pocket of Local Order : Everyday Activities and The Friction of Distance." *Geografiska Annaler, Series B : Human Geography* 86(4): 281-296.
- Estacio-Moreno, A., O. Barbary, et al. (2004). "Classification de données biographiques : application à des trajectoires migratoires vers Cali (Colombie)." *Revue de statistique appliquée* 52(4): 33-54.
- Foltête, J.-C. and A. Piombini (2007). "Urban layout, landscape features and pedestrian usage." *Landscape and Urban Planning* 81: 225-234.
- Francis, B. and J. Pritchard (2000). "Bertin, lexis and the graphical representation of event histories." *Cybergeo*(152).
- Genre-Grandpierre, C. and J.-C. Foltête (2003). "Morphologie urbaine et mobilité en marche à pied." *Cybergeo : European Journal of Geography*(248): 1-22.
- Klein, O. (2007). Modélisation et représentations spatio-temporelles des déplacements quotidiens urbains. Géographie. Strasbourg, Université Louis Pasteur Strasbourg I: 266.
- Kraak, M.-J. (2003b). "Geovisualization illustrated." *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 57(5-6): 390-399.
- Kwan, M.-P. (1998). "Space-time and integrate measures of individual accessibility: a comparative analysis using a point-based framework." *Geographical analysis* 30: 191-216.
- Kwan, M.-P. (1998). A Study of Gender/Ethnic Differences in Activity-Travel Patterns Using GIS. Final Report to the National Science Foundation

- Kwan, M.-P. (2003). "Accessibility in Space and Time: A Theme in Spatially Integrated Social Science." Special issue of Journal of Geographical Systems 5: 1-3.
- Kwan, M.-P. (2004). "GIS Methods in Time-Geographic Research : Geocomputation and Geovisualization of Human Activity Patterns." Geografiska Annaler 86 B(4): 267-280.
- Kwan, M.-P. and J. Lee (2004). Geovisualization of Human Activity Patterns Using 3D GIS : A Time-Geographic Approach. Spatially Integrated Social Science: Examples in Best Practice. M. Goodchild and D. Janelle. Oxford, Oxford University Press. Chapitre 3: 23.
- Lelièvre, E. and N. Robette (2005). Les espaces de référence des individus : définir et mesurer l'espace de vie. XXVe Congrès International de la Population. Séance 136 : Dynamiques des espaces de vie, Tours, Union Internationale pour l'Etude Scientifique de la Population.
- Leslie, E., N. Coffee, et al. (2007). "Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes." Health & Place 13: 111-122.
- Mille, M. (2000). "Des densités habitantes aux densités mouvantes. l'exemple de la métropole lilloise." Cybergéo(121): 12.
- Miro (2007). Mobilité, territoires et développement durable - Rapport final, PREDIT 2002 - 2006, Groupe opérationnel n°1: 69.
- Parks, J. R. and J. L. Schofer (2006). "Characterizing neighborhood pedestrian environments with secondary data." Transportation Research Part D : Transport and Environment 11: 250-263.
- Piron, M., F. Dureau, et al. (2004). "Utilisation de typologies multi-dates pour l'analyse des transformations socio-spatiales de Bogota (Colombie)." Cybergeog : Revue européenne de géographie(256): 17.
- Poulain, M. (1983). La migration: concept et méthodes de mesure. Migrations internes. Collecte de données et méthodes d'analyse. C. Quetelet, Université Catholique de Louvain: 1-34.
- Scalab (2004). Échelles de l'habiter. Tours, Ministère de l'Équipement, PUCA: 338.
- Schönfelder, S. and K. W. Axhausen (2002). "Measuring the size and structure of human activity spaces - the longitudinal perspective." Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 135.
- Shoval, N. and M. Isaacson (2007). "Sequence alignment as a method for human activity analysis in space and time." Annals of the Association of American Geographer 97(2): 282-297.
- Thériault, M., C. Claramunt, et al. (2002). Temporal GIS and Statistical Modelling of Personal Lifelines. Advances in Spatial Data Handling. D. Richardson and P. Van Oosteron. Heidelberg, New York, Springer-Verlag: 433-449.
- Thériault, M. (2006). *MapStat 2.01/. /Module d'analyse spatiale dans MapInfo*. Québec, Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval.
- Thériault, M., C. Claramunt, et al. (2003). A Spatio -Temporal Query Interface for Analysing Individual Biographies : Report on a Practical Experience. International Society of Photogrammetry and Remote Sensing Joint Workshop on Spatial, temporal and multidimensional Data Modelling and Analysis, Quebec City.
- Thevenin, T. (2002). Quand l'information géographique se met au service des transports publics urbains. Une approche spatio-temporelle appliquée à l'agglomération bisontine. géographie. Besançon, Université de Franche-Comté: 206.

Yousoufi, S. (2006). Vers l'analyse des rythmes urbains et des pratiques de déplacements (Partie 3). In: Mobilité quotidienne et rythmes urbains : le cas de l'agglomération bisontine. Géographie et territoire. Besançon, Université de Franche-Comté: 60-128.

Annexes : fichiers joints

Tableau synthétique des textes analysés à l'Atelier 2 (Grenoble, 13-14 décembre 2007) du projet MOBIDYC.

Base Endnote de la bibliographie MOBIDYC.

MOBIDYC : Tableau synthétique des textes analysés à l'Atelier 2 (Grenoble, 13-14 décembre 2007)

1. Analyse des comportements des individus et des ménages : Représentation graphique des trajectoires individuelles						
Référence bibliographique	Objectifs	Données	Traitements	Représentations	Outils	Observations
André-Poyaud, I., Chardonnel, S., Charleux, L., et al. (2006). <i>Mobilités et programmes d'activités des habitants de la région grenobloise.</i> SAGEO 2006, Strasbourg, 11-13 septembre 2006, 4 p.	Présenter 3 types de résultats graphiques obtenus de l'analyse des comportements de mobilité quotidienne des habitants de la région grenobloise. sous l'angle du couple « déplacement-activité », considérant espace et temps.	EMD Grenoble	Du tableau des déplacements au tableau des programmes d'activités Analyse factorielle, nuées dynamiques et CAH	2D plan x,y: territoires de mobilités 2D circulaire 360° : temps des mobilités 3D : aquarium spatio-temporel Time Geography	Illustrator	
Bahoken, F., Gauvin, A. (2006). <i>A la recherche de représentations cartographiques des trajectoires résidentielles des migrants internationaux.</i> Communication au Colloque 20 ans de recherche sur les migrations internationales, Poitiers, 5-7 Juillet 2006 18 p	Recherche doctorale sur les migrations internationales des Boliviens en Argentine et leurs modes d'habiter. Approche en termes de systèmes résidentiels familiaux.	Entretiens auprès d'un échantillon de migrants boliviens Recueil de trajectoires résidentielles, professionnelles et familiales.		3 représentations : 1) représentation en bandes de la trajectoire géo. + résid. + familiale 2) trajectoire sur fond de carte (durée de résidence en chaque lieu traduite dans taille du symbole) 3) trajectoire 3D inspirée de la Time-Géo	Illustrator	Propositions de représentation graphique de trajectoires. Application au cas d'une migrante bolivienne.
Cochey, E. (2006). <i>La connaissance des mobilités quotidiennes en milieu intra-urbain. Vers un outil de programmation.</i> Dijon, Université de Bourgogne - Laboratoire Théma, Structures et Dynamiques Spatiales, 76 p.	Développement d'un outil SIG permettant de tracer des trajectoires spatio-temporelles individuelles quotidiennes des activités	EMD Dijon	Transformation de l'EMD : du tableau des déplacements au tableau des programmes d'activités	3D : aquarium spatio-temporel Time Geography	TrajNet (sous Mapinfo)	Mémoire de Master Description plus précise dans autres travaux :Cochey et Tabaka (2007).
Cochey, E., Tabaka, K. (2007). <i>Modes de représentation des territoires quotidiens des habitants. Exploration des données de l'Enquête Ménages Déplacements 2002 sur la région grenobloise.</i> 8èmes Rencontres de ThéoQuant, Besançon, 10-12 janvier 2007, 15 p.	Analyse des trajectoires spatio-temporelles individuelles quotidiennes issues de l'EMD Grenoble	EMD Grenoble	Analyse factorielle et classification des trajectoires (nuées dynamiques et CAH)	3 visualisations : 1) approche spatiale : trajet d'un individu-type de la classe 2) approche temporelle : graphique circulaire sur 24h 3) approche temporelle : aquarium	Illustrator TrajNet (ArcGIS)	Thèse en cours à Dijon. Trajnet = programme sur ArcGIS (3D) à partir d'un fichier structuré par activité (script).
Francis, B., Pritchard, J. (2000). "Bertin, Lexis and the graphical representation of event histories". <i>Cybergeo</i> , n° 152, Colloque "30 ans de sémiologie graphique".	Conserver la complexité des données initiales.	Biographies de criminels: événements(crimes); caract. stables; caract. variables dans le temps; données	Méthode de comparaison des crayons, représentés dans un diagramme de Lexis. Typologie visuelle selon les principes des matrices ordonnables	Représentations des histoires de vie sous forme de "crayons". Chaque facette représente une dimension de la biographie. Les états sont traduits par des couleurs.	-	Proposition intéressante de représentation de données biographiques (<i>event history data</i>). Appui sur la sémiologie de Bertin et le graphique de Lexis.

		contextuelles.				
Frihida, A., Marceau, D.J., Thériault, M. (2003). Dimension temporelle et modélisation d'une animation cartographique dans un SIG orienté objet. <i>Revue Internationale de Géomatique</i> , 13/2003 Cartographie animée et interactive, pp. 107-207	Proposition de couplage d'un SIG temporel avec soutien d'animation cartographique. Application à des trajectoires spatio-temporelles d'individus en milieu urbain.	Enquête OD de la région de Québec, 1991	Modélisation orientée objets (UML)	Visualisation des requêtes temporelles : ensemble de la trajectoire d'un individu. Animation de la visualisation : construction de la trajectoire, avec vitesse variable selon le mode de déplacement.		Proposition intéressante : visualisation d'un vrai moteur de requêtes spatio-temporelles.
Frihida, A., Marceau, D.J., Thériault, M. (2004). "Development of temporal extension to query travel behavior time paths using an object-oriented GIS". <i>Geoinformatica</i> , vol. 8, n° 3, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 211-235 p.	Modélisation des données de mobilité pour implémentation dans un SIG temporel permettant le développement de requêtes spatio-temporelles complexes	Enquête OD de Québec				Article plutôt destiné à des équipes géomatique / informatique. Voir autre texte des mêmes auteurs (2003).
Kraak, M.-J. (2003a). <i>The space-time cube revisited from a geovisualization perspective.</i> Proceedings of the 21st International Cartographic Conference (ICC) 'Cartographic Renaissance', Hosted by The International Cartographic Association (ICA), Durban, South Africa, Document Transformation Technologies, 10 - 16 August, 1988-1996 p.	Développement d'un outil de visualisation interactif pour explorer les données géoréférencées sur la mobilité	Données GPS de courses d'orientation.	-	Représentation avancée, avec des techniques de géovisualisation, de l'aquarium de Hågerstrand. Interactivité de l'exploration de la donnée (2D → 3D); fenêtre attributaire pour sélectionner les trajectoires à visualiser. Possibilité de mesures sur la trajectoire, tourner le cube, ajouter éléments attributifs et fenêtre image .		Reste à évaluer la capacité de l'utilisateur à manipuler les infos des différentes fenêtres, et à résoudre les problèmes de superposition de plusieurs trajectoires. Texte uniquement orienté sur l'aspect représentation des données. Pas de véritables requêtes spatio-temporelles.
Kraak, M.-J., Edsall, R., Maceachren, A.M. (1997). "Cartographic animation and legends for temporal maps : exploration and or in interaction". Proceedings of the 18th ICA International cartographic conference : 23-27 June 1997, Stockholm, Sweden. International Cartographic Association (ICA), 1997. Vol. 1., 8 p.	Proposer une légende comme outil d'exploration et d'exploitation d'une cartographie temporelle animée	Réflexion de nature fonctionnelle et ergonomique. Pas d'application sur des données.	-	Légende qui permet d'interagir simultanément sur la dynamique de la position et de l'état des objets dans le temps.	-	
Kwan, M.-P., Lee, J. (2003). "Geovisualization of Human Activity Patterns Using 3D GIS : A Time-Geographic Approach". Goodchild, M., Janelle, D. (Eds.), <i>Spatially Integrated Social Science: Examples in Best Practice</i> . Oxford, Oxford University Press. vol. Chapitre 3, 23 p.	Représentation des activités et des trajectoires dans l'espace-temps en utilisant des SIG vectoriels 3D	Carnets de bord géoréférencés (10000 individus, 4500 ménages, Metro de Portland, 1994-1995). Couches SIG		Représentation des activités et de leur durée dans un espace-temps 3D (« barres »). Représentation lissée des densités d'activité (à un temps T ou sur une tranche de temps) et accessoirement en 3D. Surface de densité spatio-temporelle des activités (Note : la légitimité méthodologique de cette	ArcGis 3D	Lire plutôt la référence suivante.

				représentation est très discutable). Aquarium spatio-temporel. Aquarium spatio-temporel sur données GPS		
Kwan, M.-P. (2004). "GIS Methods in Time-Geographic Research : Geocomputation and Geovisualization of Human Activity Patterns". <i>Geographic Annals</i> , vol. 86 B, n° 4, 267-280 p.	Représentation des activités et des trajectoires dans l'espace-temps.	Carnets de bord sur très gros échantillons, avec géoréférencement précis et indication du degré de contrainte spatio-temporelle des activités, estimée subjectivement par les individus enquêtés. Couches SIG pour référencer les ressources auxquelles on veut mesurer l'accessibilité. Couches SIG du réseau avec indication des horaires de congestion.	Indicateurs de mesure d'accessibilité spatio-temporelle, basés sur le Potential Path Area (PPA), équivalent réaliste du « prisme » spatio-temporel	Aquariums spatio-temporels sur de nombreux individus, avec trajectoires colorées selon les sous-groupes de population (le temps est peu lisible → une carte 2D des densités de présence serait peut-être aussi efficace ?). Version GPS de l'aquarium spatio-temporel, sur traces recueillies dans 100 ménages. Le cyber-espace : graphes d'extensibilité liée aux NTI (aquarium, avec 2 espaces de référence : local et monde)	ArcGis	Le plus complet des articles de cet auteur figurant dans ce tableau. Visualisations peu intuitives (barres + densités d'activité) (voir plutôt ses travaux sur les accessibilités différentielles des différents groupes de population).

2. Analyse des comportements des individus et des ménages : Indicateurs synthétiques, typologies et résumés de l'information

Référence bibliographique	Objectifs	Données	Traitements	Représentations, Indicateurs	Outils	Observations
André-Poyaud, I., Chardonnel, S., Charleux, L., Tabaka K. (2008). La mobilité au coeur des emplois du temps des citadins. In Chalas,Y. et Paulhiac,F (éd.), <i>La mobilité qui fait la ville</i> , Editions du Certu, 67-95 p.	Proposer des indicateurs pertinents et des typologies permettant de renouveler l'analyse des formes de déplacements, basées sur des observations standardisées de la mobilité quotidienne des individus.	Enquête Ménages Déplacements de Grenoble de 2002	Du tableau des déplacements au tableau des programmes d'activités et au budget-temps des individus. Analyse factorielle, nuées dynamiques et CAH Typologies "journées-individus" et "journées-couples"	3D : aquarium spatio-temporel Time Geography	SPSS, SPAD, Illustrator, Philcarto	
Asakura, Y., Hato, E. (2004). "Tracking survey for individual travel behavior using mobile communication instruments". <i>Transportation Research Part C</i> , vol. 12, n° 3-4, 273-291 p.	Présenter les concepts et les méthodes d'enquêtes utilisant des téléphones portables pour 'tracker' des déplacements individuels. Discussion générale sur les coupures stations / mouvements sur	Exemple sur 100 spectateurs d'un combat de Sumo à Osaka. Suivi localisation des spectateurs au fil de la journée.		Visualisation des positions des spectateurs sur un repère 3D. Distribution des distances au tournoi selon l'heure.		Revient sur problèmes de pertes mesures GPS + de définition des seuils Applications en termes de sécurité. Article qui porte surtout sur les méthodes de collecte par

	trace continue GPS					<i>tracking survey</i> , peu sur les méthodes d'analyse.
Asakura, Y., Iryo, T. (2007). "Analysis of tourist behavior based on the tracking data collected using a mobile communication instrument". <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> vol. 41, n° 7, 684-690 p.	Proposer une typologie (CAH) des pratiques de déplacement de touristes dans un milieu urbain à partir de données recueillies avec un dispositif mobile. Déplacements des touristes, suivis par GPS, téléphone portable, <i>logger</i> .	56 couples d'étudiants munis d'un système mobile (PEAMON). Zone de 9 Km2 dans quartier touristique de Kobe, Japon.	Boucle touristique. Méthode d'analyse basée sur les caractéristiques topologiques des boucles (séquences de points définies à partir d'un point de référence). Analyse des ressemblances des vecteurs individuels. Indice de ressemblance et CAH.	Visualisation des profils moyens des boucles de la CAH		Méthode qui semble surtout efficace dans le contexte de la configuration particulière d'un site touristique. Parallèle à faire avec <i>space syntax</i> .
Bafna, S. (2003). "Space syntax. A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques". <i>Environment and behavior</i> , vol. 35, n° 1, January 2003, 17-29 p.	Exposer les principes de la syntaxe spatiale et de ses applications possibles dans le champ de la cognition spatiale		Mesure d'intégration totale (ensemble du graphe) et d'intégration locale.			Transformer un espace continu en un ensemble d'unités discrètes connectées (graphes). Développée en architecture d'intérieur. Article qui restitue bien les méthodes de la syntaxe spatiale.
Barbary, O., Pinzon Sarmiento, L.M. (1998). "L'analyse harmonique qualitative et son application à la typologie des trajectoires individuelles". <i>Mathématiques et sciences humaines</i> , vol. 144, 1998, 29-54p.	Proposition d'une méthode d'analyse et de classification de trajectoires individuelles prenant en compte le temps et l'espace. Applications aux mobilités résidentielles intra-urbaines à Bogota.	Enquête Mobilités Bogota 1993 (1031 biographies). Trajectoires décrites géographiquement (successions d'états dans des lieux) et avec des variables longitudinales illustratives (individu ou ménage)	AHQ : développée dans les années 80 par Deville et Saporta (généralisation de l'AFC)	Graphique donnant le % d'individus présent dans chaque lieu pour chaque intervalle de temps défini.	SAS et SPADN	Méthode qui peut être appliquée aux trajectoires quotidiennes. On traite alors 2 variables longitudinales : une active (les lieux) et une illustrative (les activités) → A tester
Bry, X. (1996). "Quelques réflexions (naïves) sur la mesure et l'analyse de l'espace de vie". <i>Document de travail</i> , 11 p.	Proposition formelle pour établir des indicateurs synthétiques des espaces de vie : décrire l'espace de vie comme un espace parcouru, comme un graphe orienté et multivalué par divers flux.	Pas d'application	Ensemble d'indicateurs analytiques. Analyses factorielles et classifications	Indicateurs synthétiques des espaces de vie : indicateurs de taille (ex longueurs des arcs) et indicateurs de forme.		Document de travail. Proposition théorique intéressante, avec des propositions concrètes de mesures, mais pas d'applications.
Chardonnel, S. (2001). "La time-geography : les individus dans le temps et dans l'espace". In Sanders, L. (éd.), <i>Aspects fondamentaux de l'analyse spatiale</i> . Paris, Hermès Lavoisier. vol. Modèles en analyse spatiale, 129-156 p.	Synthèse des origines, développements et intérêts de la Time-Geography.		En exemples : représentation des trajectoires Prisme journalier, groupement de trajectoires en nœuds d'activités.	Grilles d'analyse de l'accessibilité.		Exposé des modèles et applications existants. Nombreuses notions rejoignent celles de la psychologie dite 'écologique' (cf. Théorie des champs de K. Lewin, 1940 ; ou théories écologiques de Barker, 1960)
Crane, R., Crepeau, R. (1998). "Does neighborhood design influence travel?: a behavioral analysis of travel diary and GIS data". <i>Transport Research - D</i> , vol. 3, n° 4, 225-238 p.	Problématique : est ce que le design urbain (notamment réseau viaire) peut influencer les déplacements	Enquête 1986 San Diego : déplacements hors travail sur une	Modèles logits au niveau du ménage (total déplacements) ; et de l'individu (fréquence			Rôle secondaire de la nature de l'occupation du sol dans l'explication des comportements de

	individuels ?	journée (7469 individus). + occupation du sol et réseau du quartier de résidence	déplacements en voiture) ; du déplacement (choix modal pied/voiture)			déplacement : le réseau viaire affecte peu le choix de prendre ou non la voiture pour effectuer un déplacement (résultat concordant avec Weber et Kwan, 2003). Nécessité de multiplier les études dans d'autres contextes
Du, J., Aultman-Hall, L. (2007). "Increasing the accuracy of trip rate information from passive multi-day GPS travel datasets: Automatic trip end identification issues". <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> vol. 41, n°3, 220-232 p.	Comment découper les trajectoires continues au GPS. Quels indicateurs pour distinguer des points origine et des points de fin ? Comment nettoyer cette information et découper des trajets ? identifier des arrêts ?	Lexington. 10 jours de trajet enregistrés avec GPS passif + carnet de bord. 256 individus (12 cohortes de données analysées)	Méthodologies développées dans module AVENUE de Arc View 3.2.		SIG (ArcView 3.2)	Indicateurs intéressants pour sélectionner les trajets. Voir également des indicateurs applicables aussi à des données non relevées par GPS. Réflexion sur des indicateurs utiles pour déterminer les temps de captage satellitaire ou encore mesurer des temps d'arrêts. Réflexion sur comparaison de techniques et de l'utilité de recueillir par GPS des données comportementales qui peuvent être sujettes à des défaillances de mémoire ou fatigue
Dureau, F., Beauchemin, C., Coubès, M.-L., et al. (2006). "Les mobilités spatiales dans des contextes en évolution : analyse croisée des deux dynamiques". In <i>GRAB, Etats flous et trajectoires complexes. Observation, modélisation, interprétation</i> . Paris, INED, Collection Méthodes et savoirs. vol. 5, 157-194 p.	Saisir l'environnement contextuel associé aux mobilités d'ego Contextes des transitions individuelles et des trajectoires spatiales individuelles Question des multi échelles temporelles et spatiales	Présentation collectes et résultats recherches sur le Burkina (mobilités et recompo. territoriale) et Côte d'Ivoire Influences contextuelles sur la probabilité de migrer	- Analyses statistiques - Analyses multiniveaux - régressions logistiques			
Ellegård, K., Vilhelmson, B. (2004). "Home as a Pocket of Local Order : Everyday Activities and The Friction of Distance". <i>Geografiska Annaler, Series B : Human Geography</i> , vol. 86, n° 4, Swedish Society for Anthropology and Geography, Décembre 2004, 281-296 p.	Comment la tension entre réseaux exposés spatialement et activités très privatisées affecte la ville quotidienne des personnes ? Hypothèse : les individus restent localement connectés. Projets et activités génèrent des patrons ancrés dans des points spécifiques, dont le domicile.	Enquête ménages budget-temps (20-64 ans). Entretien approfondi auprès d'une famille. Carnet de bord.	Maison et domicile = Pocket of local order.	Représentation type aquarium.		
Estacio-Moreno, A., Barbary, O., Gallinari, P., et al. (2004). "Classification de données biographiques : application à des trajectoires migratoires vers	Développer une méthode de classification de trajectoires résidentielles en appliquant le modèle des chaînes de	1179 biographies recueillies dans enquête Cali (Colombie) 1998.	Méthode de 'classification de mélange des densités' (modèle de Markov) issue de l'intelligence artificielle. La	Graphique donnant le % de présence des individus dans chaque état pour chacune des 30 années étudiées.		

Cali (Colombie)". <i>Revue de statistique appliquée</i> , vol. 52, n° 4, Paris, Société française de statistique, 33-54 p.	Markov. Comparaison avec une typologie issue de l'AHQ.	Analyse porte sur 30 dernières années : pose le problème des données censurées.	probabilité de se trouver dans un état au temps t+1 dépend de l'état au temps t. Produit une classification des trajectoires et un modèle de trajectoire moyenne pour chacune des classes			
Foltête, J.-C., Piombini, A. (2007). "Urban layout, landscape features and pedestrian usage". <i>Landscape and Urban Planning</i> , vol. 81, 225-234 p.	Hyp : le choix d'itinéraires dépend du paysage et de sa composition. Notion de composition du paysage soutenue par la théorie de la <i>Space Syntax</i> (Hillier et Hanson, 1984)	Centre de Lille. Trois types de variables : U(x) : fréquence du déplacement piéton (VD) A(x) : accessibilité (réseau de routes) P(x) : variables inconnues supposées liées au paysage.	Accent mis sur la notion de préférence spatiale, définie par caractéristiques locales + aménités urbaines + absence d'aménités. Et prise en compte de la structure urbaine. Analyse de régression pour expliquer la variance du comportement piéton. Mesure de l'accessibilité selon la méthode de la <i>space syntax</i> Calcul de la zone d'intégration	<i>Space syntax</i> (base de la grille d'analyse).		Intéressant pour les indicateurs proposés. Résultats confirment l'intérêt de mieux comprendre la structure spatiale, et donc l'utilisation de la <i>Space syntax</i> .
Genre-Grandpierre, C., Foltête, J.-C. (2003). "Morphologie urbaine et mobilité en marche à pied". <i>Cybergeog : European Journal of Geography</i> , n° 248, 7 octobre, 1-22 p.	Evaluer l'influence des caractéristiques structurelles de l'espace urbain sur la mobilité quotidienne à pied.	Besançon et Lille. Enquêtes réalisées par téléphone sur les déplacements d'une semaine type.	Calcul d'indicateurs de « Potentiel d'usage de la marche » (surface accessible en 12 mn à 5 Km/h) pour caractériser les lieux. Analyse du nombre de déplacements piétons/pers/semaine. Etude du rapport entre « potentiel d'usage de la marche » et fréquentation.	Cartes d'iso-potential. Cartographie des prévisions et résidus.		
Joly, O. (1999). "Annexe 5, part II : Recent overview of spatial accessibility indicators applied in France: 1st synthesis of the French research network contributions". <i>Working Group I. 1 : Geographical Position : "State of French art of spatial accessibility indicators"</i> , Working Paper, SPESD - France, September 1999, 23 p.	Document de travail offrant un panorama des différents indicateurs d'accessibilité (= capacité d'atteindre un consommateur, un service ou un message)	Revue de la littérature européenne.	Identification des indicateurs d'accessibilité proposés dans la littérature. Insiste bcp sur les mesures topologiques et sur les indicateurs de centralité (modèle gravitationnel)			Indicateurs d'accessibilité, le plus souvent agrégés. Pas de développement sur accessibilité individuelle. Bibliographie abondante : 20 p
Kim, Y.O., Penn, A. (2004). "Linking the spatial syntax of cognitive maps to the spatial syntax of the environment". <i>Environment and behavior</i> , vol. 36, n° 4, July 2003, 483-504 p.	Analyse des relations entre la configuration spatiale d'un quartier et sa représentation cognitive.	Cartes mentales d'un quartier de Londres recueillies auprès d'un échantillon de 73 habitants	Analyse menée en parallèle sur les cartes mentales numérisées et la carte réelle du quartier étudié. Calcul de valeurs d'intégration locale et globale. Puis analyse corrélations entre indicateurs du réseau réel et des cartes mentales.			Application des logiques de la syntaxe spatiale.

Laube, P., Dennis, T., Forer, P., et al. (2007). "Movement beyond the snapshot - Dynamic analysis of geospatial lifelines". <i>Computers, Environment and Urban Systems</i> , n° 31, 481-501 p.	Proposer de nouveaux outils pour analyser les <i>lifelines</i> : Comment résumer les trajectoires ? Comment introduire des descripteurs du contexte ?	<i>Lifeline</i> = parcours sur une période de temps données d'un agent qu'on peut suivre en instantané. Application aux vols de 54 pigeons.	Indicateurs décrivant une trajectoire continue (descriptions sur intervalle de temps : sinuosité, distance à un lieu de référence, etc.) Méthodes de classification des trajectoires à partir de ces descripteurs			Propositions d'indicateurs intéressantes si l'on dispose de données avec ensemble du parcours. Indicateurs portent plus sur le mouvement que sur un ensemble de points de stationnement. Efficacité plus discutable lorsque les périodes en station sont longues au regard de celles en mouvement
Leslie, E., Coffee, N., Frank, L., et al. (2007). "Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes". <i>Health & Place</i> , vol. 13, 111-122 p.	Réflexion exploratoire sur l'utilisation des SIG pour évaluer l'effet de l'environnement bâti sur l'activité physique des individus.		Indicateur de <i>walkability</i> à partir des données intégrées dans un SIG.		SIG	Indicateur pourrait être calculé au niveau des résidences, plutôt que par zones. Méthodes proches de celles de Genre-Grandpierre et Foltête (2003).
Miller, H.J. (2003). "Activities in Space and Time". STOPHER, P., BUTTON, K., HAYNES, K., D, H. <i>Handbook of Transport 5 : Transport Geography and Spatial Systems</i> -	Exposer les principes de la Time-Geography, examiner l'impact des progrès informatiques quant aux possibilités de mise en œuvre d'études pratiques basées sur cette théorie,		Mesures d'accessibilité	Trajectoires spatio-temporelles Prismes Chemins d'accessibilité potentielle		Point théorique à un moment donné, ne reprenant pas d'étude pratique spécifique.
Müller, J.-C. (1991). "Le problème des visualisations des migrations inter-Etats aux Etats-Unis". <i>Espace, Populations, Sociétés</i> , n° 3, 459-465 p.	Fait le point sur l'analyse des données d'une matrice de flux (O/D) + présente les indicateurs statistiques + les propositions de représentations cartographiques	Matrice de flux O/D des migrations entre Etats aux USA entre 1975 et 1980	Part des propositions de WTobler sur le traitement des flux : conserver plus d'info de la matrice OD ; se focalise sur la matrice ordonnable de Bertin appliquée aux flux.			Texte qui montre bien l'intérêt de mener conjointement une approche statistique et une approche cartographique des matrices OD. Voir Romain Imbach, 2007 : applications de la méthode (matrices Bertin) sur Santiago et Mexico
Parks, J.R., Schofer, J.L. (2006). "Characterizing neighborhood pedestrian environments with secondary data". <i>Transportation Research Part D</i> , vol. 11, 250-263 p.	Evaluation des sources et procédures pour qualifier l'environnement piétonnier.	Croisement données objectives et subjectives sur l'environnement. Sidewalk ratio: (Total sidewalk length; feet)/ (Centerline feet of roadway) Average building setback : (Total setback; feet)/ Total number of buildings Adjacent parking ratio : (Total adjacent parking; feet)/ Centerline feet of roadway	Deux indicateurs d'accessibilité piétonne d'un environnement (PFI et PEF). L'ensemble des dimensions sont ensuite évaluées par des observateurs neutres qui t mesurent à partir d'échelles les différentes caractéristiques constitutives de l'environnement.			

SCALAB, 2004. Echelles de l'habiter. Contrat de recherche. Programme Habitat et vie urbaine", PUCA.	Identifier des territoires du quotidien. Approche multiscalaire et comparative de l'habiter : Tours, Toulouse, Paris.	Entretiens semi-directifs au domicile 2001-3 : exhaustivité dans le recueil des mobilités des individus.	A partir de tous les graphiques, classification par Matrice Bertin : typologie des formes des graphiques	Transcription graphique des parcours. Transcription graphique des activités réalisées pendant les déplacements	Non précisé	Propositions graphiques intéressantes.
Schönfelder, S., Axhausen, K.W. (2002). "Measuring the size and structure of human activity spaces - the longitudinal perspective". <i>Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung</i> , vol. 135, Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich.	Analyse des informations spatio-temporelles sur la mobilité. Comparaison des indicateurs selon groupes d'individus, périodes, et mode de déplacement.	Enquête Mobidrive : carnets de bord sur 6 semaines, 317 individus >= 6 ans. 2 villes allemandes. Données géocodées dans SIG Raster.	« Ellipses de variabilité » (surfaces de l'ellipse). « Noyaux de densité » (périmètre et somme des noyaux concernés). « Minimum spanning trees » (longueur du réseau utilisé)			Intéressant pour la proposition méthodologique et l'application. Méthode appliquée à Image et Ville (O.Klein) et le CRAD Québec.
Srinivasan, S., Ferreira, J. (2002). "Travel behavior at the household level: understanding linkages with residential choice". <i>Transportation Research Part D</i> , vol. 7, 225-242 p.	Comprendre les choix des modes de transport des ménages en lien avec leurs caractéristiques socio-économiques et celles de leurs lieux de résidence et de travail.	Données sur la ville de Boston, enquête déplacements 1991, 9281 individus. Données contextuelles sur Boston. Sélection d'une zone NW de la ville.	Tour = déplacement ou chaîne de déplacements depuis le domicile. Analyse factorielle des zones de résidence. Modèles Logit sur choix du mode de transport			Intérêt : analyse des déplacements au niveau des ménages (et non pas des individus) et introduction de variables contextuelles dans l'analyse.
Weber, J., Kwan, M.-P. (2002). "Bringing time back in : a study on the influence of travel time variations and facility opening hours on individual accessibility". <i>The Professional Geographer</i> , vol. 54, n° 2, 226-240 p.	Introduction du temps dans l'accessibilité. Prise en compte du lieu d'une activité fixe (le travail) + ses contraintes temporelles.	Portland. Pratiques observées dans EMD + localisation domicile, <u>travail</u> + parcelles commerciales et industrielles + réseau de rues	Mesures d'accessibilité individuelle : 5 indicateurs du PPA. Somme par jour = DPPA (quotidien).	Cartes en 3D	SIG	La construction ou composition des indicateurs est intéressante et peut être utile pour qualifier le territoire parcouru.
Weber, J., Kwan, M.-P. (2003). "Evaluating the effects of geographic contexts on individual accessibility: a multilevel approach". <i>Urban Geography</i> , vol. 24 n° 8, 647-671 p.	Analyse des effets du contexte géographique (types de formes urbaines et de quartiers) sur l'accessibilité automobile des individus et des ménages. Réflexion sur la manière d'isoler ces effets de ceux des caractéristiques individuelles dans l'analyse de l'accessibilité automobile.	Portland (USA). Enquêtes 1994-95 « Déplacements et activités » (trajets automobiles de 775 adultes actifs). Données MOS (emplois, commerces, loisirs).	Mesures d'accessibilité individuelle (5 indicateurs du PPA <i>Potential Path Area</i>). Modèles de régression linéaire et analyse multiniveaux pour évaluer les effets des types de quartier sur l'accessibilité automobile.	Cartes en 3D	SIG	Article qui relativise le rôle du contexte sur l'accessibilité automobile, au profit des caractéristiques du ménage.

3. Analyse des territoires : Dynamiques de peuplement

Référence bibliographique	Objectifs	Données	Traitements	Représentations, Indicateurs	Outils	Observations
Banos, A. (2001a) Localising People During Surveys : A Versatile	Proposition d'une méthode de recueil d'information sur les	Application aux cas de Saint-Renan et	Xlisp-Stat	Série de cartes statiques selon les heures de la journée		Intéressant pour la description des étapes de procédure de

Strategy. Proceedings of the 6th International Conference on GeoComputation, University of Queensland, Brisbane, Australia, 24 - 26 September 2001, 8 p.	lieux, sur la base d'une grille superposée à un plan + proposition d'une méthode de cartographie du peuplement	La-Roche-sur-Yon		(cartes en relief ; densités de Kernel) Pour la version animée des cartes, se reporter à http://thema.univ-fcomte.fr/BANOS/Banos-Animation2.htm (pour l'animation)		la cartographie des densités
Banos, A., Thevenin, T. (2005). Révéler les rythmes urbains quotidiens : de l'enquête ménage aux cartes animées. <i>Revue Internationale de Géomatique</i> , vol.15, n°1, Paris, Hermes, pp. 11-31.	Réflexion sur les données issues des EMD et les méthodes d'animation cartographique. Proposition d'un protocole de désagrégation des données, et d'un protocole de simulation et de visualisation dynamique des rythmes urbains quotidiens	Enquête Ménages-Déplacements Besançon, 1992	Proposition d'une modélisation pour compenser les insuffisances de l'enquête : protocole de désagrégation spatio-temporelle	Création d'une série de cartes de soldes moyens par tranches horaires (cartographie animée des soldes en 3D). Devt d'un prototype de navigation spatio-temporel : exploration graphique interactive pour l'analyse des phénomènes locaux)	Xlisp-Stat	Article intéressant pour la partie sur la cartographie animée et pour l'outil de navigation sous Xlisp-Stat (pour description plus précise : voir rapport MIRO 2007). Problème : il s'agit de soldes de déplacements, ignorant donc les individus immobiles, d'où une exagération de l'amplitude des variations effectives du peuplement
Bazzani, A., Giorgini, B., Servizi, G., et al. (2003). A chronotopic model of mobility in urban spaces. <i>Physica A</i> , n° 325, 517 - 530 p.	Développement d'un modèle de déplacement urbain qui repose sur des mobilités individuelles stochastiques influencées par des 'chronotopoi', dans le contexte d'un réseau public de transport.	Pas d'application sur des données de terrain.	Simulation des déplacements journaliers de 10000 personnes. à partir de modèles browniens. Ville = grille de 25 sur 25 cases.3 états possibles : piéton, usager de transport public, en station.			..
Cheyilan, J.-P. (2007). Les processus spatio-temporels : quelques notions et concepts préalables à leur représentation. <i>M@ppemonde</i> , vol. 3, n° 87, Avignon, 21 p..	Article de réflexion sur la question des représentations dynamiques en cartographie	Séries d'exemples insérés dans l'article ou à consulter sur le web. Concerne surtout les changements des unités spatiales, peu les mobilités.		Exemples intéressants de cartes animées sur le site web de GCART		Article issu de réflexions au sein de GCART Intéressant pour la formalisation qui est proposée.
Delaunay, D. (2005). <i>Dynamiques biographiques et des espaces vécus : cartographies et analyses statistiques</i> . XXVe Congrès International de la Population. Séance 136 : Dynamiques des espaces de vie, Tours, Union Internationale pour l'Etude Scientifique de la Population, 18-23 Juillet 2005, 16 p.	Proposer des indicateurs statistiques pour définir un espace de vie, et plus particulièrement l'espace d'une vie (au sens biographique). Revisiter le concept d'espace de vie avec les outils de la démographie.	Enquête Mobilités Bogota 1993 (1031 biographies)	Traitements statistiques pour associer les attributs de l'espace et de l'individu. Agrégation des itinéraires individuels en calculant le nombre d'années/personnes en chaque lieu. Indicateurs pour décrire l'espace vécu. Appui sur SIG et modèles multiniveaux.	Description carto et stat des espaces de vie.	ArcView SAS Stata	Voir la pertinence et la faisabilité d'appliquer certains des indicateurs à des chroniques d'activités – déplacements sur une seule journée.
Gauthier E. (2007)	Thèse sur la consommation	3731 sites	Analyse statistique des	1) Cercles proportionnels aux	Access	Il faudrait ajouter des

Représentations de l'éphémère en cartographie : quelques solutions pour visualiser les évolutions chronologiques d'entités ponctuelles. L'HEPHEMERE, revue électronique ED202, n°1, Sciences Humaines combinées, 21 p.	du métal en France orientale à l'Age du Bronze. Proposition de méthodes d'analyse et de représentation des données pour comparer directement les changements entre phases chronologiques	archéologiques comprenant 11874 objets de métal. Quatre périodes.	données : corrélations entre dates - analyse des corrélations entre facteurs spatiaux et chronologiques ; éloignement au cours d'eau, etc.	effectifs + cartes en carroyage de l'espace d'étude 2) Cartographie après avoir résumé l'information par les méthodes de l'analyse spatiale (centre de gravité du semis) 3) Carte des différences entre périodes	ArcView 3.2 ArcInfo 8.3	indicateurs de dispersion du semis pour rendre compte de la dynamique du peuplement.
Laube, P., Purves, R.S., Imfeld, S., et al. (2006). "Analysing Point Motion with Geographic Knowledge Discovery Techniques". DRUMMOND, J., BILLEN, R., JOAO, E., FORREST, D. (Eds.), <i>Dynamic and mobile GIS: Investigating changes in Space and Time</i> . Boca Raton, Taylor & Francis Group, 263-286 p.	Produire un protocole de reconnaissance automatique des patterns de mouvements, de manière à pouvoir trier un ensemble de trajectoires	Positions GPS à différents temps T.	Essai d'un indicateur « d'intérêt » présenté par un pattern de mouvement	Divers modes de représentation sophistiqués, dérivés des <i>lifelines</i>	Logiciels <i>ad hoc</i>	Intérêt pour défricher automatiquement de gros jeux de données. Problème de la granulosité temporelle
Lett, S. (1999). <i>Modélisation et simulation de la dynamique des écosystèmes forestiers : des modèles agrégés aux modèles individuels spatialisés</i> . Strasbourg Université Louis Pasteur - Strasbourg I, Sciences du Vivant, 230 p	Etat des lieux sur modèles de dynamique de peuplement des arbres. Applications sous formes de simulations.		Modèles agrégés et individuels. Modèles de survie plus que de déplacement. Modèles des trouées.			
Métrai, G. (2001). <i>Images du temps : représentations et dynamiques territoriales</i> . Journée CartogrAm "Epistémologie de la carte et l'innovation en géographie", Session "L'invention cartographique aujourd'hui", Paris, 10 Septembre 2001, 14 p.	Réflexions générales sur la cartographie des dynamiques territoriales					
Mille, M. (2000). "Des densités habitantes aux densités mouvantes. l'exemple de la métropole lilloise". <i>Cybergéo</i> , n° 121, 25 février 2000, 12 p.	Critique des densités résidentielles. Volonté de représenter les densités effectives de peuplement au fil de la journée.	Diverses sources d'information sur l'agglomération de Lille (description peu précise des sources)	Indicateur de densité mouvante, prenant en compte les fréquentations durables et répétitives correspondant aux activités pouvant être observées statistiquement (emploi, fréquentation des commerces et de bases de loisirs).	Cartes des densités habitantes et des densités mouvantes, avec fluctuations selon l'heure, sur 24 h.		Article qui conduit à se demander si l'animation est toujours la plus appropriée ; positionner les cartes les unes à côté des autres peut être aussi efficace.
MIRO, 2007. Modélisation Intra-urbaine des Rythmes quOtidienS. Rapport final, PREDIT, Groupe opérationnel n°1, Mobilité, territoires et développement durable, 69 p.	Construction d'un modèle de simulation des mobilités intra-urbaines et des rythmes quotidiens. Protocole de simulation basé sur des individus en mouvement.	Enquêtes Ménages-Déplacements Agglomération de Dijon	Formalisation basée sur les principes de l'intelligence distribuée (association SMA et SIG)	Création d'une Plate-forme Interactive de Visualisation (PIV) pour rendre compte en temps réel de l'espace, des agents, des déplacements et des résultats issus de la simulation	3 interfaces visuelles : - Makdit - OpenLaszlo - Solution HTML+Java script+PHP +Flash8+MySQL	Voir aussi autres textes de Banos et le mémoire de Youssoufi. Outil intéressant de suivi visuel des déplacements sous FlashPro8

Youssoufi, S. (2006). <i>Mobilité quotidienne et rythmes urbains : le cas de l'agglomération bisontine.</i> Besançon, Université de Franche-Comté, Géographie et territoire, 128 p.	Développement d'un outil de cartographie animée relatif aux déplacements quotidiens des personnes : DYNAMAP. Application à Besançon.	Communauté d'Agglo du Grand Besançon (CAGB). Enquête Déplacements 2004-2005.	Structuration de la base de données de l'enquête. Cartes des arrivées et des départs sous Philcarto + krigeage + animation. Calcul des soldes + représentation en 3D sur BD-Ortho.	Cartes animées des effectifs de personnes qui se déplacent au cours de la journée. Cartes animées en 3D des soldes de déplacements par zone (par demi-heure)	Access MapInfo ArcGIS Philcarto XlipStat	Inspiré des travaux de Banos et Thévenin sur EDM Besançon 1992. Description très précise de la méthode..
--	--	--	--	---	--	--